

智能通信业务的模型转换研究

司旭光,王智学,何红悦

(解放军理工大学 指挥信息系统学院,江苏 南京 210007)

摘要:针对现有智能通信业务生成技术严重依赖平台环境,业务逻辑跨不同API,导致智能通信业务软件移植性差,难以适应业务需求变化快和开放的网络环境等问题,文中通过提出一种智能通信业务的模型转换方法,解决智能通信业务软件自动生成的问题。首先,从两个部分制定相应的模型转换规则,实现平台无关业务模型到JAIN SIP平台业务静态模型的转化定义,以及到JAIN SIP平台业务可执行语义模型的转化定义。然后,利用IBM RSA工具构建模型转换引擎。最后,以典型的呼叫业务为例,完成了模型转换的具体实现过程,说明了方法的有效性和可用性。

关键词:智能通信业务;模型转换;可执行语义模型;JAIN SIP

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)01-0199-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.01.045

Study on Model Transformation of Intelligent Communication Service

SI Xu-guang, WANG Zhi-xue, HE Hong-yue

(Academy of Command Information System, PLA University of Science and Technology,
Nanjing 210007, China)

Abstract: Aiming at the problem that the present intelligent communication service generation technology heavily depending on platform environment and the business logic across various APIs, lead to poor software portability of intelligent communication service, which is difficult to adapt to the quick changing requirements and open networks, propose a model transformation method of intelligent communication service to solve the automatic generation problem for intelligent communication software. Firstly, it establishes the mapping rules from two aspects, which realize the transformation definition from platform independent business model static model, and to executable semantic model on JAIN SIP platform. Then, based on IBM RSA, the transformation engine is constructed. Finally, a case study of typical call service is provided to show the specific implementation process of model transformation, and to demonstrate the availability and applicability of the method.

Key words: intelligent communication service; model transformation; executable semantic model; JAIN SIP

0 引言

未来的信息通信网络正朝着技术融合、业务融合、网络融合的方向发展^[1],而智能通信业务平台作为关键技术,现有的开发和应用却普遍缺乏“智能”。在面向未来联合作战的信息化战场的环境下,现有的智能通信业务软件生成理论和技术主要存在以下不足:

(1)智能通信业务的软件自动生成问题。智能业务软件开发涉及复杂的平台相关的运行环境,以往的智能通信业务开发技术严重依赖于特定的网络环境和技术^[2],业务逻辑和具体平台紧密耦合,缺乏自适应性和智能化特点。

(2)模型转换得到的目标平台模型缺乏可执行动态语义描述,无法生成可执行代码。基于UML^[3-4]的业务需求模型缺乏精确的可执行动态语义描述,由此建立的业务软件模型是不可执行的。这样就造成了现有的MDA工具^[5]难以生成可被直接运用的可执行代码。

针对前述存在的问题,结合我军通信业务需求变化快、软件开发效率低等现状,文中以呼叫业务为例,提出了一种智能通信业务软件的模型转换方法。通过设计模型转换机制,制定模型转换规则,并实现业务模型到软件代码自动转换生成,为快速开发智能通信业

收稿日期:2014-02-18

修回日期:2014-05-23

网络出版时间:2014-11-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61273210);国家“863”高技术发展计划项目(2007AA01Z126)

作者简介:司旭光(1990-),男,硕士研究生,研究方向为形式化方法与需求工程;王智学,教授,博士生导师,研究方向为需求工程、指挥自动化理论与技术。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141117.2208.037.html>

务软件、提高业务软件的可移植性提供技术手段。

1 模型转换介绍

文中采用基于 MDA 的模型转换框架^[6],对智能通信业务中的典型呼叫业务,进行模型转换的设计。框架中最具代表性的就是 PIM (Platform - Independent Model, 平台无关模型) 和 PSM (Platform-Specific Model, 平台相关模型)。PIM 层模型是一个相当独立的概念,是具有高度抽象的并且独立于任何平台和实现技术的模型。PSM 是系统特定的实现和技术的模型,它是为特定平台实现技术而构建的。

相应地,文中呼叫业务能力元模型处于 PIM 层,在 PSM 层,采用 JAIN SIP^[7-11] 平台作为模型转换的目标平台。

MDA 中各种模型扮演着不同角色,模型转换就是将一个模型(称为源模型)进行自动转换得到另一个模型(称为目标模型)。图 1 阐述了 MDA 的模型转换的基本原理。

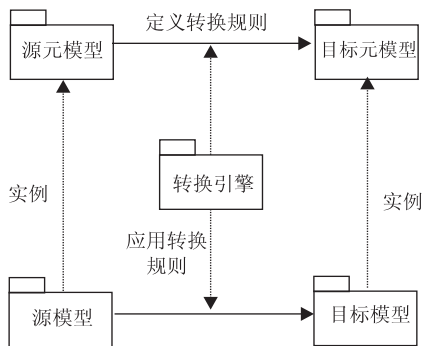


图 1 MDA 的模型转换原理

MDA 的模型转换实际上是基于元模型的模型转换机制^[12]。模型一般都是元模型的实例化,所以模型转换的途径一般都是在元模型层次上定义转换规则,然后应用到模型层次上。

2 模型转换规则

可将 PIM 元模型到 PSM 元模型的转换过程定义为一个映射三元组 (D, Z, F) , 用函数表示 $F: D \rightarrow S$ 。其中定义域 D 表示 PIM 元模型, 值域 Z 表示 PSM 元模型, F 表示转换规则的集合 $F = \sum f$, f 为一条确定的形式化规则。在定义域 D 中构建 PIM 业务过程模型, 加载转换工具中的转换引擎, 工具会通过预先定义的规则, 运用某个策略调用转换规则集中的相关规则, 然后执行, 将 PIM 模型转换成值域 Z 描述的 PSM 模型。

文中以呼叫业务为例, 介绍呼叫业务模型 (PIM) 到 JAIN SIP 平台模型 (PSM) 的转换定义。其转换关系主要分为两类: PIM 生成 PSM 静态模型部分的映射规则和 PIM 生成 PSM 可执行部分的映射规则。

2.1 PIM 生成 PSM 静态模型部分的映射规则

该部分映射规则分别从类、关联、属性和操作, 以及刻画属性的类型和操作所需的参数等元模型元素方面完成静态部分映射过程定义。映射形式主要有如下三种:

(1) 一对一的转换: PIM 元模型的一个元素映射到 PSM 元模型对应的一个元素。

(2) 基于条件的一对一的转换: PIM 元模型的一个元素可能对应着 PSM 元模型中的多个元素, 根据元素属性值的不同, 具体决定映射到哪一个元素。如 Call 根据属性值 callType 的不同取值, 可映射到 GenericCall 或 MultipartyCall。

(3) 一对多模型细化的转换: PIM 元模型的一个元素同时对应着 PSM 元模型中的多个元素, 这些元素须按照一定的顺序组合, 作为一个整体对应着 PIM 元模型的元素。如呼叫业务中的 <<CreateCall>> 操作, 在 JAIN SIP 平台上的呼叫业务元模型中就对应着多个依次执行的操作: (CallInvite) 创建 Call 并发出邀请、(CreateCallPeer) 创建 CallPeer、(SetState (CALL_INITIALIZATION)) 设置 Call 为初始化状态。

下面, 以 CallStart 操作元模型映射到 SetState (CALL_IN_PROGRESS) 操作元模型为例详细说明一条映射规则的具体定义过程。

首先, 生成 SetState 的 name 特征的映射定义, 以 Java 代码表示为:

```
Operation_tgt. setName ( Operation_tgt. getAppliedStereotypes().get(0).getName());
```

其次, SetState 操作的参数 CALL_IN_PROGRESS 最终是由 CallStart 操作所在的类 Call 中的属性 callState 映射而来, 可由 Call 对应生成该参数的典型属性。映射定义该参数为输入参数的描述为:

```
Parameter_tgt. setDirection ( ParameterDirectionKind.IN_LITERAL);
```

得到参数 CALL_IN_PROGRESS 数据类型的映射定义过程为:

```
int sum = Class_src. getOwnedAttributes().size();
int m = 100;
for (int i = 0; i < sum; i++)
{
    if (Class_src. getOwnedAttributes().get(i).getAppliedStereotypes().isEmpty() == false)
    {
        if (Class_src. getOwnedAttributes().get(i).getAppliedStereotypes().get(0).getName().equals("callState")) m = i;
    }
}
if (m == 100) Parameter_tgt. setType ( null);
```

```
else Parameter_tgt.setType(Class_src.getOwnedAttributes().get(m).getType());
```

代码扫描了 Call 中所有属性,根据其 callState 属性的类型信息,转换映射生成参数 CALL_IN_PROGRESS 的数据类型。

2.2 PIM 生成 PSM 可执行部分的映射规则

模型转换实现自动生成可执行代码,需要生成 PSM 的可执行语义部分。现在的大多数建模方法都存在缺少对模型动态行为的描述能力,在转换过后难以完成完整的代码等问题;而对于可执行 UML,模型开发工具本身又过于复杂,工作量大。文中以可执行行为(OpaqueBehavior)具体描述 JAIN SIP 平台业务模型中的动态行为,如类中的操作。同时,采用动作语言描述可执行行为的业务逻辑,可以完成 PSM 可执行语义的构建。而动作语言可由动作描述代码如 Java 代码实现。通过映射规则,可以以透明化的方式完成动作描述代码刻画的 PSM 可执行语义的生成。

如制定映射生成某一呼叫参与方 CallPeerSipImpl 的 invite 操作的具体可执行语义时,先定义生成 invite 操作对应 OpaqueBehavior 的映射,通过映射关联关系将其嵌入到 invite 操作当中。然后具体定义相应 OpaqueBehavior 的主体内容,表述动态语义:

```
OpaqueBehavior_tgt.getBodies().add
(
    "ClientTransaction inviteTran = (ClientTransaction) getLatest-
    InviteTransaction();
    Request invite = inviteTran.getRequest();
    ContentTypeHeader contentTypeHeader = getProtocolProvider
    ().getHeaderFactory().createContentTypeHeader("application",
    "sdp");
    invite.setContent(getMediaHandler().createOffer(), content-
    TypeHeader);
    inviteTran.sendRequest();"
);
```

3 基于 IBM RSA 的模型转换实现

IBM RSA^[13] 作为一款非常全面的 MDA 工具,尽管没有提供定义模型转换规则的 GUI,但是它提供了丰富的模型访问 API 供开发人员自定义模型转换引擎,并最终以自定义插件的形式完成模型的自动转换。文中通过在 RSA 中定义转换规则、使用转换插件的开发和运行来构建模型转换引擎。模型转换引擎分别读取 PIM 层的业务能力元模型,以及接口平台的 PSM 层业务能力元模型,它们均用 UML 语言描述;加载 PIM 层业务模型,有了源模型的输入,模型转换引擎会根据源模型上的信息和转换规则生成可执行目标模型,即附加了接口平台和实现平台信息的 PSM 层可执行模

型。基于 RSA 的模型转换实现机制如图 2 所示。

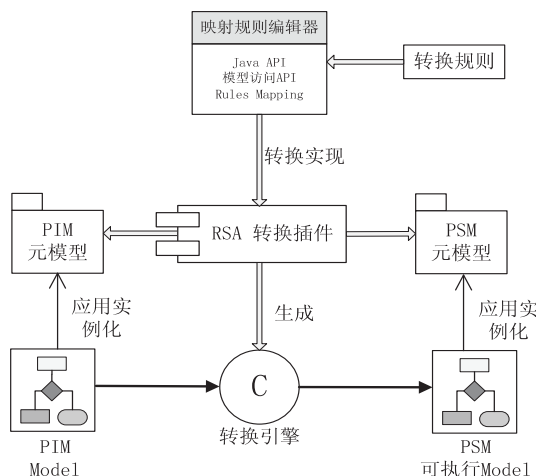


图 2 基于 RSA 的模型转换实现机制

下面以呼叫业务为例,介绍模型转换的具体实现过程:

(1) 首先运行生成的转换引擎,生成转换平台,加载构建的呼叫业务 PIM 模型。此源模型的构造需基于相应的平台无关的呼叫能力元模型,由此转化引擎中必须具备相应的基本转化环境,如 UML Profile for PIM 和 UML Profile for PSM 等。

(2) 加载运行设计的转换引擎,转换引擎逐一扫描源模型中的模型元素,生成临时目标模型,可按照需要进行选择合并生成最终的目标模型。

(3) 转换完成后,生成呼叫业务 PSM 可执行语义模型,自动装入相应的模型项目中。项目以列表的形式给出 PSM 可执行模型元素,其中每个操作均附加生成一个同名的可执行行为,代表相应操作的具体语义。模型元素之间隐式存在语义关联,通过“拖拉”可直接在模型图界面中显示 PSM 可执行语义模型,并且自动给出对应操作生成的程序代码(Java 代码)。新生成的 PSM 模型基于 JAIN SIP 平台特点,完全遵循呼叫业务的 JAIN SIP 平台元模型语义,模型元素完整。

生成 PSM 可执行模型后,利用 RSA 自身的可执行仿真技术^[14],按照智能通信业务软件的仿真执行逻辑,即可以完成可执行模型到可执行代码的生成。

4 结束语

模型转换使系统功能和逻辑不受实现平台技术发展的限制,在整个软件开发周期中,能够解决需求复用、设计复用和代码复用的问题。RSA 作为优秀的 MDA 工具,真正实现了企业内部的核心软件开发流程、开发平台和软件生产线。文中针对典型呼叫业务的特点,结合 JAIN SIP 具体平台,重点探讨了模型转换规则的定义,并且借助 RSA 工具完成可执行代码生

(下转第 206 页)

5 结束语

云计算是一种新兴技术,在各大领域有广泛应用。文中把医疗信息系统的数据查询服务当作研究对象,阐明了一种基于云计算的数据查询策略。在该策略中,第一,通过定义相似节点集与相等节点集来衡量节点状态;第二,通过 Q 值计算与负载大小比较为查询请求查询到最佳目标节点与数据。依据仿真实验结果:文中的方式在查询数据之质量、服务节点之负载能力、查询之效率方法三大层面均显著优于传统方式。后续研究工作的重点为:针对数据密集型应用的数据分布方法研究,重点思考怎么减少跨数据中心的数据传输,怎么在提高效率时保障全局的负载平衡。

参考文献:

- [1] Weiss A. Computing in clouds[J]. ACM Networker, 2007, 11(4):18-25.
- [2] 陈康,郑纬民. 云计算:系统实例与研究现状[J]. 软件学报, 2009, 20(5):1337-1348.
- [3] 牛继来,何泽恒,潘庆和. 数据查询模式研究及在 PowerBuilder 中的实现[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(7):61-63.
- [4] 郑湃,崔立真,王海洋,等. 云计算环境下面向数据密集型应用的数据布局策略与方法[J]. 计算机学报, 2010, 33(8):1472-1480.
- [5] 李玲娟,张敏. 云计算环境下关联规则挖掘算法的研究[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(2):43-46.

(上接第 201 页)

的实现。为基于开放网络环境的智能通信业务软件的有效快速开发提供了一个参考思路。

参考文献:

- [1] 李静林,孙其博,杨放春. 下一代网络通信协议分析[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2010.
- [2] 乔秀全. 模型驱动的业务生成方法及业务智能化支撑技术研究[D]. 北京:北京邮电大学, 2007.
- [3] OMG Group. OMG unified modeling language, superstructure, version 2.4.1[EB/OL]. 2011. <http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/Superstructure>.
- [4] OMG Group. OMG unified modeling language, infrastructure, version 2.4.1[EB/OL]. 2011. <http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/Infrastructure>.
- [5] 张康康,赵建华. MDA 模型转换工具的研究[J]. 计算机应用与软件, 2009, 26(8):122-124.
- [6] Mellor S J, Balcer M J. Executable UML: a foundation for model-driven architecture[M]. [s.l.]: Addison Wesley,

- [6] 贺瑶,王文庆,薛飞. 基于云计算的海量数据挖掘研究[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(2):69-72.
- [7] 田冠华,孟丹,詹剑锋. 云计算环境下基于失效规则的资源动态提供策略[J]. 计算机学报, 2010, 33(10):1859-1872.
- [8] 葛君伟,张博,方义秋. 云计算环境下的资源监测模型研究[J]. 计算机工程, 2011, 37(11):31-33.
- [9] Raykova M, Vo B, Bellovin S M, et al. Secure anonymous database search[C]//Proc of the 2009 ACM workshop on cloud computing security. New York: Association for Computing Machinery, 2009:115-126.
- [10] Shamir A. How to share a secret[J]. ACM, 1979, 22(11):612-613.
- [11] 周迎,曾凡,黄昊. 浅谈云计算在医疗卫生信息化建设中的应用前景[J]. 中国医学教育技术, 2010, 24(4):350-353.
- [12] 方华. 云计算在医疗中的应用[J]. 中国医疗器械信息, 2008, 14(8):63-64.
- [13] 胡新平,张志美,董建成. 基于云计算理念与技术的医疗信息化[J]. 医学信息学杂志, 2010, 31(3):6-9.
- [14] Abadi D J. Data management in the cloud: limitations and opportunities[J]. IEEE Data Eng Bull, 2009, 32(1):3-12.
- [15] 邓海生,刘啸,李军怀,等. 基于时间约束的隐私保护数据查询方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(10):119-122.
- [16] Gkantsidis C, Mihail M, Saberi A. Random walks in peer-to-peer networks[J]. Algorithms and Evaluation, 2006, 63(3):241-263.

2007.

- [7] 华山,王秋光. 基于 JAIN SIP 的 SIP 呼叫控制的实现[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2009, 14(4):54-58.
- [8] 王金科,杨扬,申石磊. 基于 SIP 协议的软电话模型的设计与实现[J]. 河南大学学报:自然科学版, 2007, 37(3):307-310.
- [9] 陈东郎,朱翠涛. 基于 JAIN SIP 的用户代理软件设计[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(12):130-132.
- [10] 曾锡山,范冰冰,黄兴平. 一种通用 SIP 呼叫控制模型研究与实现[J]. 华南师范大学学报:自然科学版, 2011(4):58-62.
- [11] 周宇,管海兵,白英彩. 基于 JAIN SIP 的 SIP 实现技术[J]. 计算机应用与软件, 2005, 22(3):54-55.
- [12] 张德芬,李师贤,古思山. MDA 中的模型转换技术综述[J]. 计算机科学, 2006, 33(10):228-230.
- [13] 陈樟洪,金发华,李嘉涛,等. IBM Rational Software Architecture 建模[M]. 北京:电子工业出版社, 2008.
- [14] Mohlin M. Model simulation in rational software architect: simulating UML models[R]. [s.l.]: IBM, 2010.

智能通信业务的模型转换研究

作者：[司旭光](#)，[王智学](#)，[何红悦](#)，[SI Xu-guang](#)，[WANG Zhi-xue](#)，[HE Hong-yue](#)
作者单位：[解放军理工大学 指挥信息系统学院, 江苏 南京, 210007](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2015(1)

引用本文格式：[司旭光](#). [王智学](#). [何红悦](#). [SI Xu-guang](#). [WANG Zhi-xue](#). [HE Hong-yue](#) [智能通信业务的模型转换研究](#)

[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(1)